

L'influence de la granulométrie sur la mesure des carbonates par la méthode du Chittick

The Effect of Grain Size Distribution on the Measurement of Carbonates with the Chittick Method

Jacques Locat et Marc-André Bérubé

Volume 40, numéro 3, 1986

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/032653ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/032653ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Les Presses de l'Université de Montréal

ISSN

0705-7199 (imprimé)

1492-143X (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cette note

Locat, J. & Bérubé, M.-A. (1986). L'influence de la granulométrie sur la mesure des carbonates par la méthode du Chittick. *Géographie physique et Quaternaire*, 40(3), 331–336. <https://doi.org/10.7202/032653ar>

Résumé de l'article

Des études récentes sur la composition minéralogique de sédiments argileux de la vallée du Saint-Laurent incluaient l'utilisation de la méthode du Chittick pour la détermination des quantités respectives de calcite et de dolomite. Lors d'essais préliminaires de calibration, il est apparu que la granulométrie de ces phases minérales pouvait grandement influencer les résultats. Afin de quantifier ce problème, plusieurs échantillons de granulométrie variée et contrôlée ont été dosés. La méthode du Chittick s'avéra alors très bonne pour le dosage de la teneur totale en carbonates mais faible pour le dosage individualisé de la calcite et de la dolomite en raison de sa forte sensibilité à la granulométrie des carbonates et à leur surface spécifique. Ainsi, les échantillons de dolomite pure ont montré une teneur apparente en calcite de 15 à 66%, selon leur granulométrie. L'addition d'une analyse chimique de la solution résiduelle obtenue au terme de l'essai permet toutefois d'obtenir les concentrations réelles de ces deux carbonates.

Note

L'INFLUENCE DE LA GRANULOMÉTRIE SUR LA MESURE DES CARBONATES PAR LA MÉTHODE DU CHITTICK

Jacques LOCAT et Marc-André BÉRUBÉ, Groupe de recherche en géologie de l'ingénieur, Département de géologie, Université Laval, Sainte-Foy, Québec G1K 7P4.

RÉSUMÉ Des études récentes sur la composition minéralogique de sédiments argileux de la vallée du Saint-Laurent incluaient l'utilisation de la méthode du Chittick pour la détermination des quantités respectives de calcite et de dolomite. Lors d'essais préliminaires de calibration, il est apparu que la granulométrie de ces phases minérales pouvait grandement influencer les résultats. Afin de quantifier ce problème, plusieurs échantillons de granulométrie variée et contrôlée ont été dosés. La méthode du Chittick s'avéra alors très bonne pour le dosage de la teneur totale en carbonates mais faible pour le dosage individualisé de la calcite et de la dolomite en raison de sa forte sensibilité à la granulométrie des carbonates et à leur surface spécifique. Ainsi, les échantillons de dolomite pure ont montré une teneur apparente en calcite de 15 à 66%, selon leur granulométrie. L'addition d'une analyse chimique de la solution résiduelle obtenue au terme de l'essai permet toutefois d'obtenir les concentrations réelles de ces deux carbonates.

ABSTRACT *The effect of grain size distribution on the measurement of carbonates with the Chittick method.* Recent work on the mineralogical composition of clayey sediments included the use of the Chittick method for determining the various amounts of calcite and dolomite in sediments. At the stage of preliminary calibration on pure minerals, it appeared clear that the grain size distribution of the particles tested was largely influencing the results. To evaluate this problem, numerous samples of the two minerals were prepared with various and controlled grain size distributions. The Chittick method was found adequate to obtain the total carbonate content but poor for evaluating individual phases, being very sensitive to the grain size distribution and to the specific surface area of the carbonate particles. However, the addition of a chemical analysis of the solution obtained after the test enables an exact determination of both phases.

INTRODUCTION

La teneur en carbonates sert souvent à caractériser certains dépôts meubles. Le rapport calcite/dolomite est en effet un critère important pour les études de corrélation et de provenance de sédiments quaternaires. L'appareil de Chittick permet le dosage des carbonates par déplacement gazeux (CO_2). Son usage dans l'étude des dépôts quaternaires a été proposé par DREIMANIS (1962). L'intérêt de la méthode repose sur le fait qu'elle permettrait non seulement d'obtenir la teneur totale en carbonates, mais également les teneurs respectives en calcite et en dolomite. Cette méthode a été particulièrement appliquée avec succès aux tills du sud de l'Ontario (DREIMANIS et VAGNERS, 1969, 1971). Elle a également été utilisée par LOCAT (1976, 1977) pour différencier des dépôts marins et des tills dont les sédiments provenaient des Appalaches ou du Bouclier canadien.

Une telle méthode, basée sur des vitesses de réaction, est naturellement sensible à la finesse du sédiment. Déjà en 1953, DREIMANIS et REAVELY avaient reconnu l'influence de la granulométrie sur la mesure des concentrations respectives en calcite et en dolomite; ils avaient alors analysé des échantillons de granulométrie inférieure à 20 mesh (0,8 mm) et à 200 mesh (0,074 mm). Récemment, la technique a servi à l'étude de sédiments argileux de la vallée du Saint-Laurent. Nous avons tenté d'obtenir des courbes de calibration

à partir de mélanges contrôlés. Les résultats obtenus furent décevants, apparemment en raison de vitesses de réaction plus rapides que prévues, surtout pour la dolomite. Afin de mieux saisir le rôle de la granulométrie, nous avons élaboré un programme d'essais permettant le contrôle serré de la granulométrie des particules dans les étalons dosés. Nous nous attarderons donc ici à n'évaluer que le rôle de la granulométrie sur le dosage des carbonates par la méthode du Chittick, pour finalement proposer une analyse additionnelle de la solution obtenue à la fin de l'extraction, afin de calculer exactement les teneurs en carbonates. L'application de la méthode proposée à des sédiments provenant de nombreux sites fait actuellement l'objet d'études.

MÉTHODOLOGIE

Le principe de la méthode de dosage des carbonates à l'aide du Chittick est fort simple (DREIMANIS, 1962): mesure, par déplacement de liquide, du volume de CO_2 qui se dégage (des carbonates) après immersion d'un échantillon en poudre de masse connue dans 20 ml d'acide chlorhydrique (20%). Deux mesures, corrigées pour tenir compte de la pression atmosphérique et de la température ambiante, sont effectuées respectivement après 30 secondes et 20 minutes de réaction. Les teneurs correspondantes en calcite et en dolomite sont obtenues compte tenu que toute la calcite s'est dissoute après

30 secondes, comparativement à environ 2 à 5% (4% en moyenne) pour la dolomite, et qu'environ 5 à 7% (6% en moyenne) de cette dernière n'a pas encore réagi en 20 minutes. Le calcul tient évidemment compte des poids moléculaires distincts des deux carbonates et de leur teneur en CO₂. L'essai est habituellement effectué sur un échantillon de 1,7 g. Cette masse est deux fois plus faible si la teneur en carbonates de l'échantillon est comprise entre 40 et 80%, et quatre fois moindre si elle excède 80%.

RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

Avant de procéder au dosage des carbonates de sédiments fins, lacustres et marins, nous avons décidé d'effectuer des mesures sur des étalons de concentrations connues en carbonates. Des mélanges de calcite, de dolomite et de quartz, broyés également, ont donc été préparés à partir d'échantillons provenant de la collection du Musée géologique de l'Université Laval. Les essais ont donné les résultats présentés au tableau I. La teneur totale en carbonates y est juste, mais les valeurs obtenues pour chacun des deux carbonates sont incorrectes, la calcite étant surestimée et la dolomite, sousestimée. Les écarts avec les véritables concentrations sont d'autant plus importants que la teneur réelle en dolomite est élevée.

Ces résultats préliminaires indiquent que la dolomite réagit beaucoup plus rapidement que prévu à l'acide chlorhydrique. En effet, après 30 secondes dans l'acide, entre 8 et 38% de la dolomite a de toute évidence réagi (tabl. I), en plus du 2 à 5% prévu par DREIMANIS (1962).

L'acide chlorhydrique réagit vivement sur un échantillon mégascopique de calcite en produisant une effervescence (CO₂). Par contre, la dolomite doit être réduite en poudre pour que cette réaction se fasse, ou plus précisément pour qu'elle soit mégascopiquement observable. Cette pulvérisation a pour effet d'augmenter la surface spécifique et, par le fait même, la vitesse de la réaction. Une hypothèse conséquente à cette observation voudrait que les écarts obtenus par la méthode du Chittick s'expliquent par la granulométrie plus fine des carbonates compris dans les mélanges étalons par rapport aux échantillons testés par DREIMANIS (1962), et ce, même si l'essai doit toujours être effectué sur un matériau qui passe le tamis n° 200 (mailles de 74 µm). De là l'intérêt d'évaluer le rôle de la granulométrie des carbonates sur les résultats obtenus par la méthode du Chittick.

PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS

Afin de vérifier l'hypothèse émise, un certain nombre d'échantillons de calcite et de dolomite, de granulométries variées, ont été préparés. Les échantillons de dolomite sont constitués de monocristaux provenant de la carrière de talc de Broughton (Québec), dont la pureté a été vérifiée par diffraction des rayons X. Le produit obtenu après le concassage préliminaire de ces cristaux a été tamisé de façon à ne conserver que les gravillons. Ces particules ont ensuite été séparées sur rifeur en sous-échantillons dont cinq (D-2, D-4, D-6, D-8 et D-10) ont été broyés pendant différents laps de temps (2, 4, 6, 8 et 10 minutes) dans un petit broyeur à billes d'acier. Dans chaque cas, l'échantillon broyé a été tamisé (tamis n° 100, mailles de 150 µm) et seule la fraction résiduelle a été conservée pour les essais.

Les échantillons de calcite (C-2 et C-10) ont été préparés de la même manière que les échantillons de dolomite : broyage pendant 2 et 10 minutes respectivement de monocristaux (variété spath d'Islande), dont la pureté a aussi été confirmée par diffraction des rayons X.

Chaque échantillon a été séparé par rifeur en deux fractions dont l'une a servi aux mesures des carbonates par la méthode du Chittick et l'autre, aux analyses granulométriques à l'aide d'un sédiographe automatique. Les résultats de ces analyses apparaissent à la figure 1. Selon notre approche, la granulométrie des échantillons (1 à 24% de particules plus petites que 2 µm) se rapproche de celle des carbonates présents dans des sols argileux naturels, i.e. que les carbonates se retrouvent surtout dans la fraction silteuse des sédiments.

ANALYSES AU CHITTIK

D'après les résultats des analyses au Chittick, les échantillons de dolomite contiendraient une concentration apparente en calcite de plus de 14%, et jusqu'à 56% dans le cas de l'échantillon le plus fin (D-10, tabl. II). La figure 2A montre une relation presque linéaire entre la teneur apparente en calcite et le temps de broyage des échantillons. Ceci confirme, comme dans les résultats préliminaires, qu'une partie importante de la dolomite, nettement supérieure au 2 à 5% prévu, réagit pendant les 30 premières secondes de l'essai et est prise au compte de la calcite, pourtant absente. De plus le pourcentage d'erreur sur la teneur en dolomite croît

TABLEAU I

Mesures des carbonates par la méthode du Chittick sur des mélanges étalons de calcite, de dolomite et de quartz*

| Éch. | % dosé | Calcite % mesuré | % erreur | % dosé | Dolomite % mesuré | % erreur | % dosé | Carbonate % mesuré | % erreur |
|------|--------|---------------------|----------|--------|----------------------|----------|--------|-----------------------|----------|
| A | 0 | 12,3 | ++ | 30 | 18,7 | -38% | 30 | 31,0 | +3% |
| B | 5 | 13,3 | +166% | 20 | 12,7 | -37% | 25 | 26,0 | +4% |
| C | 25 | 27,4 | +10% | 10 | 7,2 | -28% | 35 | 34,6 | -1% |
| D | 15 | 15,9 | +6% | 5 | 4,6 | -8% | 20 | 20,5 | +3% |
| E | 10 | 9,7 | -3% | 0 | 1,8 | ++ | 10 | 11,5 | +15% |

* La concentration en quartz dans les échantillons est complémentaire à la somme des deux carbonates. Deux mesures par échantillon.

régulièrement avec la finesse de cette phase, en fonction bien sûr du volume total de CO_2 dégagé après 30 secondes de réaction (fig. 2B).

Il faut également noter que les valeurs supérieures à 100% obtenues en apparence pour l'ensemble des deux carbonates sont en bonne partie dues au fait que la dolomite, à poids égal, contient plus de gaz carbonique que la calcite. Par exemple, 100 g de dolomite contiennent la même quantité de gaz carbonique que 108,5 g de calcite. Puisqu'une grande part du gaz carbonique de la dolomite est en apparence portée au crédit de la calcite, les concentrations en carbonates dépassent 100%, et qui plus est, tendent à augmenter avec la finesse de la dolomite (tabl. II et fig. 2A).

Il faut aussi remarquer que la dolomite n'a effectivement pas complètement réagi après 20 minutes. La fraction résiduelle

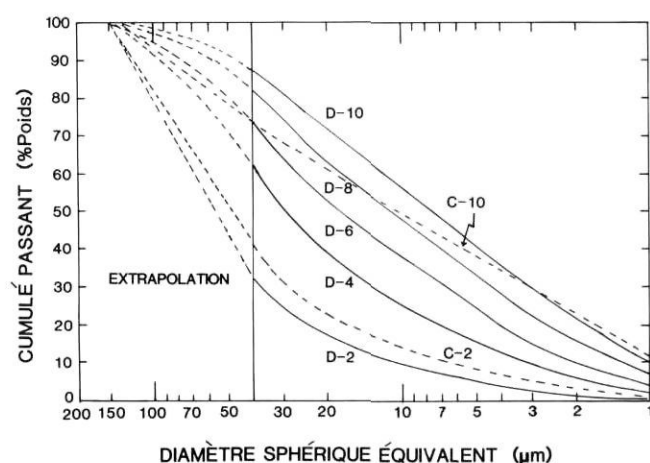


FIGURE 1. Distributions granulométriques des échantillons de dolomite et de calcite pures obtenues à l'aide du sérigraph. Les granulométries sont extrapolées entre 150 et 40 μm , compte tenu que le tamis n° 100 (mailles de 150 μm) laisse passer la totalité des échantillons.

Grain size distribution of dolomite and calcite samples as measured with a serigraph. Results are extrapolated between 150 and 40 μm as all the samples were sieved to pass the No. 100 screen (150 μm mesh).

n'est toutefois pas constante, c'est-à-dire de l'ordre de 6%, tel que prévu par DREIMANIS (1962) : en effet, le volume de gaz carbonique dégagé à ce moment est d'autant plus élevé que la granulométrie est plus fine (fig. 2B).

Pour les deux échantillons de calcite, cette fois, les résultats sont forts semblables (tabl. II). Les teneurs apparentes approximatives sont de 99% en calcite, ce qui démontre que ces échantillons étaient tous deux suffisamment fins pour que la calcite ait en très grande partie réagi après 30 secondes, quoique pas totalement, le gaz carbonique dégagé par la suite étant porté au crédit de la dolomite, pourtant absente. Pour l'ensemble des deux carbonates, il y aurait une erreur de l'ordre de + 4%, écart probablement dû à l'erreur expérimentale.

En résumé, en l'absence de dolomite, seule une faible partie de la calcite (5 à 6% dans notre cas) est faussement portée au crédit de la dolomite. Cette dernière, par contre, lorsqu'elle est présente, peut être très fortement sousestimée, au profit de la calcite. Il faut également mentionner que tout autre carbonate sera comptabilisé soit avec la calcite, soit avec la dolomite, selon son degré de réaction à l'acide chlorhydrique. Par exemple, l'aragonite CaCO_3 réagira comme la calcite, alors que la sidérite FeCO_3 , la magnésite MgCO_3 ou l'ankérite $\text{Ca}(\text{Mg},\text{Fe})(\text{CO}_3)_2$ seront en grande partie portées au crédit de la dolomite.

DISCUSSION ET MÉTHODE PROPOSÉE

Ces résultats viennent sans aucun doute appuyer les observations de DREIMANIS et REAVELY (1953) relativement à l'influence de la granulométrie sur le dosage des carbonates par la méthode du Chittick. De plus, il semble que cette méthode ne soit pas adéquate pour déterminer les teneurs respectives en dolomite et en calcite d'un échantillon de sédiments fins.

La méthode donne tout de même des résultats satisfaisants quant à la teneur totale en carbonates (tabl. I), même si les valeurs tendent à être légèrement trop élevées lorsque les phases sont fines et que la teneur en dolomite est relativement élevée (tabl. II). L'erreur théorique maximale n'est en effet

TABEAU II

Mesures des carbonates par la méthode du Chittick sur des étalons de calcite et de dolomite pures de différentes granulométries

| Éch.* | % dosé | Calcite % mesuré | % erreur | % dosé | Dolomite % mesuré | % erreur | % dosé | Carbonates % mesuré | % erreur |
|-------|--------|---------------------|----------|--------|----------------------|----------|--------|------------------------|----------|
| D-2 | 0 | 15,1 | + + | 100 | 86,1 | - 14% | 100 | 101,2 | + %1 |
| D-4 | 0 | 33,0 | + + | 100 | 71,1 | - 29% | 100 | 104,2 | + 4% |
| D-6 | 0 | 45,2 | + + | 100 | 62,6 | - 37% | 100 | 107,8 | + 8% |
| D-8 | 0 | 57,1 | + + | 100 | 51,3 | - 49% | 100 | 108,4 | + 8% |
| D-10 | 0 | 66,1 | + + | 100 | 44,4 | - 56% | 100 | 110,5 | + 11% |
| C-2 | 100 | 99,0 | - 1% | 0 | 5,3 | + + | 100 | 104,3 | + 4 |
| C-10 | 100 | 98,5 | - 1% | 0 | 6,3 | + + | 100 | 104,8 | + 5 |

* D : dolomite pure ; C : calcite pure ; le chiffre associé à D ou C indique le temps de broyage de l'échantillon dans un petit broyeur à billes. Deux mesures par échantillon.

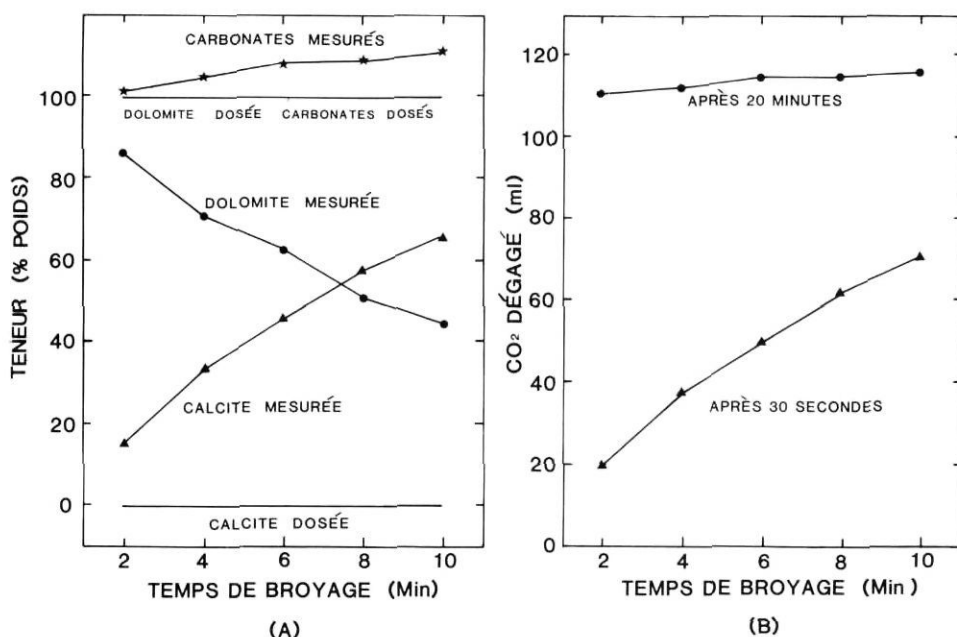


FIGURE 2. A) Teneurs en calcite et en dolomite des échantillons de dolomite pure, obtenues à l'aide de la méthode du Chittick. B) Volumes de gaz carbonique dégagés après 30 secondes (mesure de la calcite) et 20 minutes de réaction (mesure de la dolomite) par les échantillons de dolomite pure.

A) Calcite and dolomite contents as obtained with the Chittick method for the samples of pure dolomite. B) Volumes of carbonic gas released after 30 seconds (calcite measurement) and 20 minutes (dolomite measurement) for the samples of pure dolomite.

que de +8,5% en valeur relative, si l'échantillon ne contient que de la dolomite et si cette dernière est entièrement prise en compte de la calcite.

Si, toutefois, il importe de connaître les teneurs respectives en dolomite et en calcite, il est possible de mesurer le volume total de CO_2 dégagé à l'aide du Chittick, puis de filtrer et d'analyser chimiquement la solution résiduelle obtenue pour connaître sa concentration en magnésium et en calcium. Il faudrait également mesurer le gaz carbonique dégagé après plus de 20 minutes, par exemple après une heure de réaction, ou réduire plus finement l'échantillon, afin de s'assurer que les carbonates ont totalement réagi au terme de l'essai. Il devient alors facile d'obtenir les teneurs respectives en calcite et en dolomite à partir des concentrations de l'échantillon en CO_2 , en Ca et en Mg, à l'aide des relations suivantes:

$$0,4397 \text{ Calcite (\%)} + 0,4773 \text{ Dolomite (\%)} = \text{CO}_2 \text{ (\%)} \quad [1]$$

$$0,4004 \text{ Calcite (\%)} + 0,2173 \text{ Dolomite (\%)} = \text{Ca (\%)} \quad [2]$$

$$0,1319 \text{ Dolomite (\%)} = \text{Mg (\%)} \quad [3]$$

Ces relations impliquent que la calcite contient stoechiométriquement 43,97% de CO_2 , 40,04% de calcium et 0% de magnésium, alors que la dolomite en contient respectivement 47,73%, 21,73% et 13,19%. La teneur en CO_2 de l'échantillon peut être obtenue à partir du volume dégagé de CO_2 (corrigé pour compenser les effets de température et de pression atmosphérique), par exemple après 60 minutes de réaction, à l'aide de la relation qui suit:

$$\text{CO}_2 \text{ (\%)} = 100 \times \text{CO}_2 \text{ (ml)} \times d \text{ (g/ml)} / P \text{ (g)} \quad [4]$$

où «d» est la densité du gaz carbonique aux conditions normalisées de température et de pression atmosphérique (0,0017352 g/ml), et où P est le poids de l'échantillon utilisé (1,7 ou 0,85 ou 0,425 g, selon le cas). Quant aux teneurs en calcium et en magnésium, elles sont obtenues à partir de la concentration de ces éléments dans la solution d'acide chlorhydrique:

$$\text{Ca (\%)} = 100 \times \text{Ca (ppm)} \times 10^{-6} \times 20 \text{ (ml)} \times h \text{ (g/ml)} / P \text{ (g)} \quad [5]$$

$$\text{Mg (\%)} = 100 \times \text{Mg (ppm)} \times 10^{-6} \times 20 \text{ (ml)} \times h \text{ (g/ml)} / P \text{ (g)} \quad [6]$$

où «h» est la densité spécifique de l'acide chlorhydrique (20%) aux conditions normalisées de l'essai (1,098 g/ml) et où 20 correspond au volume (ml) de solution utilisé.

Le système d'équations [1] à [3] contient maintenant deux inconnues seulement, soit les teneurs en calcite et en dolomite, ce qui est redondant. Ces teneurs s'obtiennent de plusieurs façons, par exemple en utilisant respectivement les relations: 1) [2] et [3], ce qui équivaut à ne pas tenir compte de la teneur en CO_2 de l'échantillon; 2) [1] et [2], c'est-à-dire en ignorant l'analyse en magnésium; 3) [1] et [3], en ignorant cette fois la teneur en calcium; 4) [1] et [2]/[3], c'est-à-dire en négligeant les teneurs absolues en calcium et en magnésium pour ne tenir compte que du rapport entre ces deux teneurs.

Cette procédure a été appliquée aux mélanges de calcite, de dolomite et de quartz présentés au tableau I. Les résultats apparaissent au tableau III. Il y a alors concordance entre les concentrations mesurées et réelles des deux carbonates, à la condition d'utiliser au moins dans les calculs le volume de CO_2 dégagé et la teneur en magnésium (procédures de calcul n° 3 et 4). Même si les procédures de calcul n° 1 (Ca + Mg) et 2 (CO_2 + Ca) semblent donner de meilleurs résultats dans certains cas (échantillons E et B respectivement), le fait de négliger l'une ou l'autre de ces deux mesures (CO_2 ou Mg) risque d'entraîner des erreurs plus importantes sur la somme des carbonates (calcul n° 1: échantillon A) ou sur les teneurs respectives en calcite et dolomite (calcul n° 2: échantillons A, C, D et E).

Cette méthode risque toutefois d'entraîner des erreurs plus importantes si l'échantillon contient d'autres minéraux que la dolomite et la calcite, lesquels seraient susceptibles de libérer du gaz carbonique, du magnésium ou du calcium. Dans ces cas, il y a soit un excès de calcium et de magnésium

TABLEAU III

Teneurs en calcite et en dolomite obtenues à partir des volumes de CO₂ dégagé et des concentrations en calcium et en magnésium dans la solution résiduelle

| Éch. n° | CO ₂ * (ml) | Ca (ppm) | Mg (ppm) | Calcul** n° | Calcite (%) | Dolomite (%) | Total (%) |
|------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------------------|----------------|-----------------|--------------|
| A | 144,60 | 6260 | 3120 | 1 | 3,6 | 30,6 | 34,2 |
| | | | | 2 | 6,8 | 24,6 | 31,4 |
| | | | | — >3 | 0,4 | 30,6 | 31,0 |
| | | | | 4 | 3,3 | 27,9 | 31,2 |
| | | | | Concentrations réelles: | 0 | 30 | 30 |
| B | 120,08 | 5360 | 1880 | 1 | 7,3 | 18,4 | 25,7 |
| | | | | — >2 | 6,7 | 19,5 | 26,2 |
| | | | | 3 | 7,9 | 18,4 | 26,3 |
| | | | | 4 | 7,5 | 18,8 | 26,3 |
| | | | | Concentrations réelles: | 5 | 20 | 25 |
| C | 153,44 | 8800 | 880 | 1 | 23,7 | 8,6 | 32,3 |
| | | | | 2 | 21,2 | 13,3 | 34,5 |
| | | | | 3 | 26,3 | 8,6 | 34,9 |
| | | | | — >4 | 25,5 | 9,3 | 34,8 |
| | | | | Concentrations réelles: | 25 | 10 | 35 |
| D | 90,44 | 6000 | 500 | 1 | 16,7 | 4,9 | 21,6 |
| | | | | 2 | 17,7 | 3,0 | 20,7 |
| | | | | — >3 | 15,7 | 4,9 | 20,6 |
| | | | | — >4 | 15,9 | 4,7 | 20,6 |
| | | | | Concentrations réelles: | 15 | 5 | 20 |
| E | 49,41 | 3000 | 120 | — >1 | 9,0 | 1,2 | 10,2 |
| | | | | 2 | 7,9 | 3,3 | 11,2 |
| | | | | — >3 | 10,2 | 1,2 | 11,4 |
| | | | | — >4 | 10,1 | 1,3 | 11,4 |
| | | | | Concentrations réelles: | 10 | 0 | 10 |

* Volume dégagé après 60 minutes.

** 1) Ca + Mg 1) CO₂ + Ca 3) CO₂ + Mg 4) CO₂ + (Ca/Mg)

par rapport au gaz carbonique dégagé (minéraux autres que des carbonates), soit un surplus de gaz carbonique (autres carbonates ne contenant pas de magnésium ou de calcium). Par exemple, on peut tenir compte de la sidérite FeCO₃ en modifiant de la façon suivante la relation [1]:

$$0,4397 \text{ Calcite (\%)} + 0,4773 \text{ Dolomite (\%)} + 0,3799 \text{ Sidérite (\%)} = \text{CO}_2 \text{ (\%)} \quad [7]$$

et en ajoutant une quatrième équation:

$$0,4820 \text{ Sidérite (\%)} = \text{Fe (\%)} \quad [8]$$

où la teneur en fer de l'échantillon est obtenue, comme pour le magnésium et le calcium, à partir de la concentration de cet élément dans la solution résiduelle.

CONCLUSION

Cette étude a démontré que la méthode de détermination des teneurs respectives en calcite et dolomite à l'aide du Chittick, telle que proposée par DREIMANIS (1962), est fortement influencée par la granulométrie de ces phases dans

l'échantillon analysé. Les écarts importants observés jettent d'ailleurs un sérieux doute sur l'utilisation de cette technique pour des sols fins.

Par contre, elle fournit de très bons résultats quant au dosage de la totalité des carbonates. En s'assurant, par le biais d'un broyage plus poussé de l'échantillon ou d'un temps de réaction plus long, que les carbonates ont totalement réagi au terme de l'essai, les concentrations respectives en calcite, dolomite, et même sidérite, peuvent être obtenues en procédant à l'analyse chimique des éléments calcium, magnésium et fer dans la solution résiduelle.

REMERCIEMENTS

Ces travaux ont été subventionnés par le Fonds FCAR (volet Actions spontanées) pour un projet de recherche sur la stabilisation des sols argileux par la chaux. La plupart des travaux de laboratoire ont été menés par L. Dumas et S. Goulet, alors respectivement étudiant et assistant de recherche

au Département de géologie de l'Université Laval, assistés de G. Breton, technicien responsable des mesures effectuées sur le Chittick. Nous désirons aussi remercier les lecteurs de la revue pour leurs critiques constructives du manuscrit de même que tous les membres du Groupe de recherche en géologie de l'ingénieur de l'Université Laval.

RÉFÉRENCES

- DREIMANIS, A. (1962): Quantitative gazometric determination of calcite and dolomite by using Chittick apparatus, *Journal of Sedimentary Petrology*, vol. 32, p. 520-529.
- DREIMANIS, A. et REAVELEY, G. H. (1953): Differentiation of the lower and upper till along the north shore of Lake Erie, *Journal of Sedimentary Petrology*, vol. 23, p. 238-259.
- DREIMANIS, A. et VAGNERS, U. J. (1969a): Lithological relation of till to bedrock, in *Quaternary Geology and Climate*, H. E. Wright Jr., édit., vol. 16, Comptes rendus du 7^e Congrès de l'INQUA, p. 93-98.
- (1969b): Bimodal distribution of rock and mineral fragments in tills, in *Till, a Symposium*, R. P. Goldthwait, édit., p. 237-250.
- LOCAT, J. (1976): *Quaternary Geology of the Baie-des-Sables/Trois-Pistoles area with some emphasis on the Goldthwait Sea clays*, thèse M. Sc., Department of Earth Sciences, University of Waterloo, Ontario, 512 p.
- (1977): *Le Quaternaire de la région de Baie-des-Sables/Trois-Pistoles*, Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, DPV-472, 34 p.